回路方式に合わせて使用真空管を選定

DA42ダイナミックカップルパワーアンプ

久保真岐 Kubo Masaki



ダイナミックカップル結合の歴史は古く，専用管による回路設計は1930年代より行われていた．本アンプでは，B球プッシュプル用に設計されたDA42を使い，できるだけシンプルな形でダイナミックカップル結合の回路方式を再現しながら，約8Wの出力を得ている．使用する真空管の選定に工夫を凝らしたことと，ドライブ段のB電圧を，UL接続時に使われる出力トランスのスクリーングリッド端子より供給し，特性の改善を図ったことが特徴である．

基本設計

真空管アンプを製作する際，最初に検討するのは出力管の選定であろう．オーディオ用に設計された真空管をはじめ，最近では小型送信管も多く使用されるようになってきている．小型送信管の特徴の第一は，その作りが受信管に比して素晴らしいことである．

ただ送信管の多くはB級，C級用に設計されているために，簡単にはオーディオ用出力管としては使えない．ダイナミックカップル結合による出力管のドライブは，これらの送信管を使用するための有効な方法のひとつである．

ダイナミックカップル結合によって送信管を使用するときの大きな制約は，出力管はグリッドがプラスの領域でしか動作しないということである．このため，従来多くの製作者によって回路上の工夫が凝らされ，使用真空管の選択に関する自由度は向上した．

しかし本アンプでは，ある出力管を使用するためにどのように回路上の工夫を凝らすかというアプローチではなく，ダイナミックカップル結合方式を実現するためには，どの出力管を選定すればよいかを考えた．そのため，出力管の条件の第一は，グリッドのプラス動作領域が広いことである．

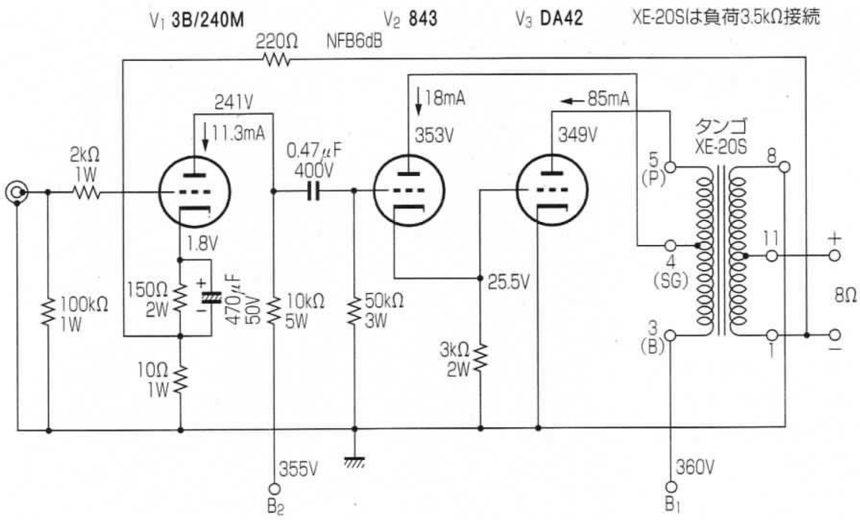
この条件で出力管を探すには，それぞれの E_p-I_p 特性曲線を見る必要はなく，μ が100前後以上というだけでほぼ十分である．出力管の候補となりうるのは，811A系統の球，4-65A，4-125Aなどのいわゆるダッシュ球の3接（第1グリッドと第2グリッドを結合），面白そうなものでは水平出力管の3接などがある．

また，ドライブ段の設計のために，グリッド電圧，グリッド電流などがわかっていることが望ましい．出力段にはポピュラーでこれらの条件がよくわかっている811A系統の球を用いることにした．この場合，E_p 400V前後，I_p 80mA程度で，E_g 30V，I_g 10mAを見込んだ．

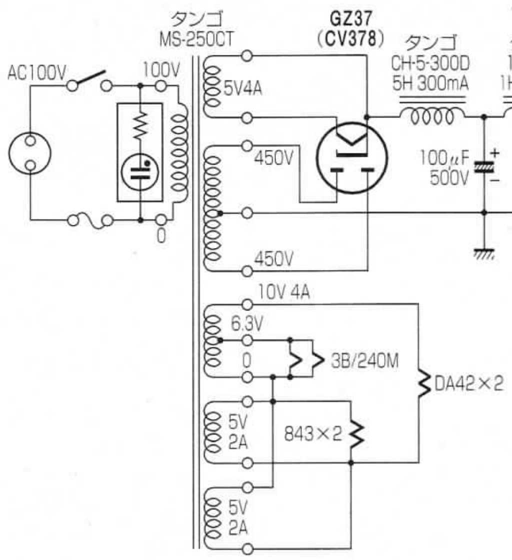
出力管の条件を元に，ドライブ管を選定する．もし E_p 400V前後，E_g −30V，I_p 10mAの特性をもつ球があればもっとも相応しく，10(VT-25)が極めてこの条件に近いことがわかった．E_p は共通のまま，10の I_p が若干811Aの I_g を上回るだけである．この球もポピュラーであり，10と811Aの組み合わせに決めた．

本機では，実際にはそれぞれに対応する傍熱管の843とDA42を使用した．ヒーター回路さえ変えれば10と811Aでもほとんどそのまま使えると思う．

その他のドライブ管としては，



［図 1］　増幅部回路



［図 2］　電源部回路

843 を使用し，フィラメント直流点火回路などの煩わしさからも逃れることとした．

さらにB電圧を共通にしたことにより，本アンプの特徴である，ドライブ段のB電圧を出力トランスの SG 端子より供給するというアイデアが生まれた．この回路は実測では約 2.5dB の負帰還となっているが，よく考えてみると不思議な点がある．

確かに出力段から見ると，前段に対し負帰還をかけているが，ドライブ段側から見ると，ドライブ出力の一部を，出力段のプレートに送っているようにも見える．また，**843** の出力がダイレクトに出力トランスに出ているようにも考えられる．この回路の動作の詳細な解析は私の手に負えないが，歪率の改善などに大きな役割を果たしている．またその上で約 5.5dB のオーバーオール負帰還をかけてあり，トータル帰還量は 8 dB となっている．

電源部がチョークインプット方式でやや複雑であるが，これは市販の電源トランスで希望のB電圧を得るために工夫した結果である．

こうして完成した回路を**図 1**，**図 2** に，内部配線のようすを**写真 2** に示す．

特　性

入力 1.4V のとき出力は約 8 W で，クリップとカットオフがほぼ同時に起き，クリップは山が潰れる形で，カットオフは谷を切り取るような形となっており，正バイアス管の特徴をもっている．正弦波出力 10W 時の，クリップ・カットオフのようすを**写真 3** に示す．

入出力特性，歪率特性，周波数特性を**図 3 〜 5** に示す．

それぞれ，

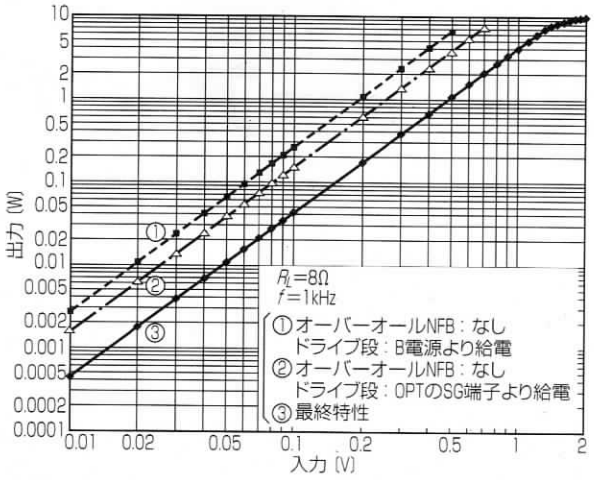
(1) オーバーオール無帰還で，ドライブ段のB電圧をB電源から取った場合

(2) オーバーオール無帰還で，ドライブ段のB電圧を出力トランスの SG 端子より供給した場合

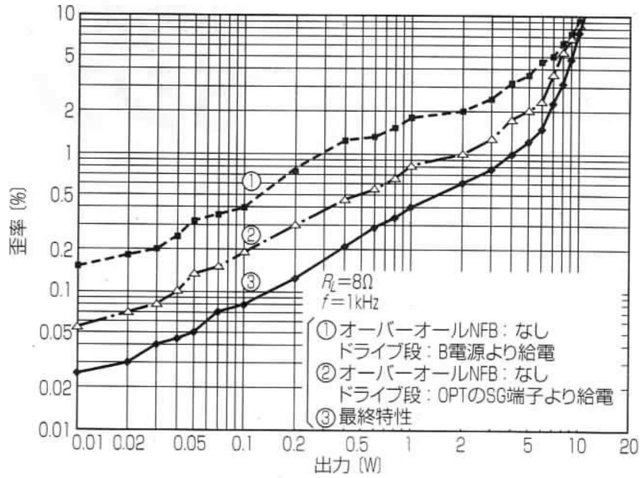
(3) ドライブ段のB電圧を出力トランスの SG 端子より供給し，オーバーオール NFB を施した最終特性

以上の 3 条件で測定しており，ドライブ段電源の SG 端子接続が，とくに歪率の改善に大きな効果をもっていることを表している．正直いって，出力管は大きな歪みをもっていないと思っていたので，この結果はやや意外なものであった．周波数特性の改善にはやはりオーバーオールの負帰還が大きな役割を果たしている．

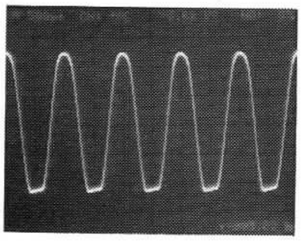
ダンピングファクター（内部抵抗）はオン・オフ法によりざっくりと測定しただけであるが，2 弱（内部抵抗は約 2.4Ω）であり，内部抵抗の大きなB級管を用いトー



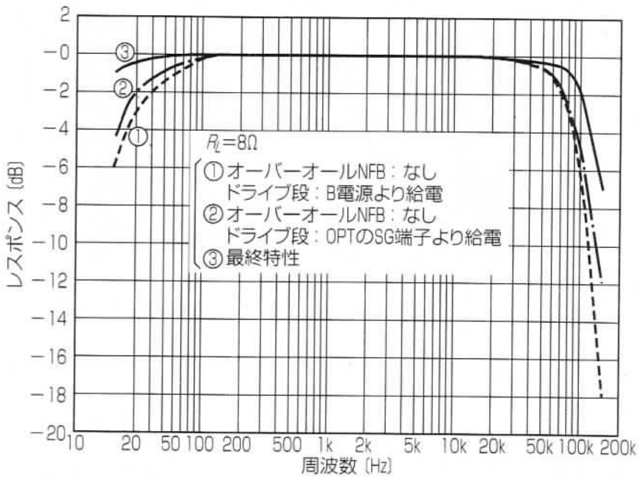
［図3］ 入出力特性



［図4］ 1kHz 歪率特性



［写真3］ クリップ・カットオフ波形（正弦波出力約10W）



［図5］ 周波数特性

タル負帰還8dBのわりにまずまずではないかと思う．

方形波応答は，抵抗負荷と容量負荷による1kHz，10kHzの波形を**写真4**に示す．

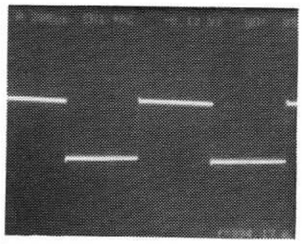
最後に

本機は出力管のカソードにバイパスコンデンサーのない分，トランス結合でないアンプとしてはもっとも部品点数が少なく，驚くほどシンプルな回路である．しかし，回路を工夫するのも楽しいが，回路を制約条件として，球を選ぶのもまたアマチュアのアプローチであろうかと思う．

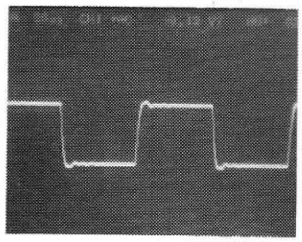
私は，普段は電気ともオーディオとも縁のない仕事をしているので，ほとんどのアンプは想像の中でしか完成できない．そのため，回路はほぼこのままでも，真空管の取り合わせをいろいろと想像するのは大きな楽しみである．

10と811Aだけでなく，電圧を上げて801Aと572Bも考えられる．6F6と4-65Aなど，デザイン的にも洗練されているのではと思う．そして私の想像できる，この形式のアンプの究極は211ドライブの3-500Zシングルである．

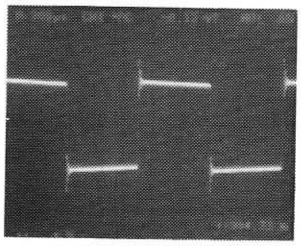
［写真4］ 方形波応答



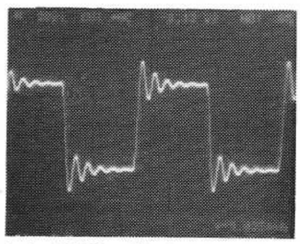
(a) 1kHz／負荷8Ω



(b) 10kHz／負荷8Ω



(c) 1kHz／負荷0.1μFのみ



(d) 10kHz／負荷0.1μFのみ